

## Gear mechanism, particularly a spur-wheel planetary mechanism

Publication number: DE3734462

Publication date: 1989-04-20

Inventor: UHLMANN ALFRED (DE)

Applicant: WILHELM VOGEL GMBH (DE)

Classification:

- international: **F16H1/28; F16H1/28**; (IPC1-7): F16H1/28; F16H55/20; F16H57/08

- european: F16H1/28B3; F16H1/28D

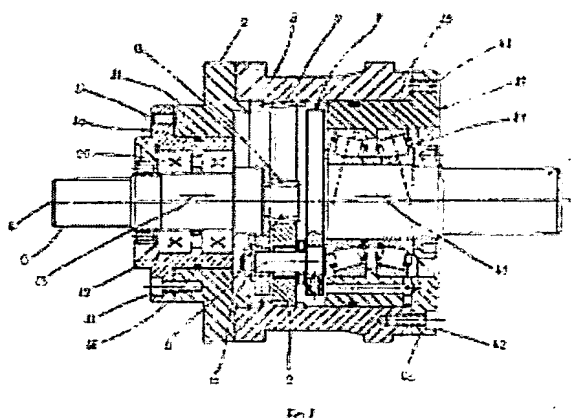
Application number: DE19873734462 19871012

Priority number(s): DE19873734462 19871012

Report a data error here

### Abstract of DE3734462

In order, with a gear mechanism, especially a spur-wheel planetary mechanism, to be able to set the intermeshing straight-toothed spur-wheels without backlash and to be able to reset them repeatedly during subsequent use to give the desired freedom from backlash, without disassembling the mechanism, each spur wheel 5, 9 has a tapered outer surface and the outer surfaces of the spur wheels 5, 9 are shaped with opposite tapers, at least one of the two spur wheels 5, 9 being axially displaceable towards the other spur wheel and being fixable in its respective axial position, at least against an axial movement away from the other spur wheel. In order to simplify subsequent resetting, the shaft 6 on which the axially displaceable spur wheel 5 is secured is mounted rotatably in a bearing bush 30 which is supported in axially displaceable fashion in a housing part 2 and can be fixed in its respective axial position against an axial movement relative to the housing part 2. The planet wheels 9 are individually adjustable in the axial direction relative to the planet carrier 7 and can be adjusted together in the axial direction by axial displacement of the planet carrier 7, the shaft 8 of which is rotatably mounted in an axially displaceable bearing bush 37.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 37 34 462.5  
22 Anmeldetag: 12. 10. 87  
43 Offenlegungstag: 20. 4. 89

DE 3734462 A1

71 Anmelder:  
Wilhelm Vogel GmbH, 7446 Oberboihingen, DE

74 Vertreter:  
Andrae, S., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., 8000 München;  
Flach, D., Dipl.-Phys., 8200 Rosenheim; Haug, D.,  
Dipl.-Ing., 7320 Göppingen; Kneißl, R., Dipl.-Chem.  
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000 München

72 Erfinder:  
Uhlmann, Alfred, 7446 Oberboihingen, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 29 30 052 C2  
DE-AS 10 85 738  
DE-AS 10 00 654  
CH 2 70 328  
US 25 01 034  
EP 01 88 616 A1  
EP 00 84 197 A1

DE-Buch: NIEMANN, G.: Maschinenelemente, 2.Bd.,  
Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag, 1965;  
CH-Z: HICKS, R.J.: Umlaufgetriebe für neue  
Möglichkeiten. In: Technische Rundschau, Nr.8,  
28.Febr.1969;

54 Zahnradgetriebe, insbesondere Stirnrad-Planetengetriebe

Um bei einem Zahnradgetriebe, insbesondere einem Stirnrad-Planetengetriebe die ineinandergreifenden geradzahnten Stirnräder spielfrei einstellen und beim späteren Einsatz ohne Demontage des Getriebes immer wieder auf die gewünschte Spielfreiheit nachstellen zu können, hat jedes Stirnrad 5, 9 eine konische Außenfläche und sind die Außenflächen der Stirnräder 5, 9 entgegengesetzt konisch geformt, wobei wenigstens eines der beiden Stirnräder 5, 9 relativ zu dem anderen Stirnrad in Richtung auf das andere Stirnrad axial verschiebbar und in seiner jeweiligen axialen Stellung zumindest gegen eine axiale Bewegung weg von dem anderen Stirnrad fixierbar ist.

Um die spätere Nachstellung zu vereinfachen, ist die Welle 6, an der das axial verschiebbare Stirnrad 5 befestigt ist, in einer Lagerbüchse 30 drehbar gelagert, die in einem Gehäuseteil 2 axial verschiebbar gelagert und in ihrer jeweiligen axialen Stellung gegen eine axiale Bewegung relativ zum Gehäuseteil 2 fixierbar ist.

Die Planetenräder 9 sind einzeln relativ zu dem Planetenträger 7 axial verstellbar und gemeinsam durch axiales Verschieben des Planetenträgers 7 axial verstellbar, dessen Welle 8 in einer axial verschiebbaren Lagerbüchse 37 drehbar gelagert ist.

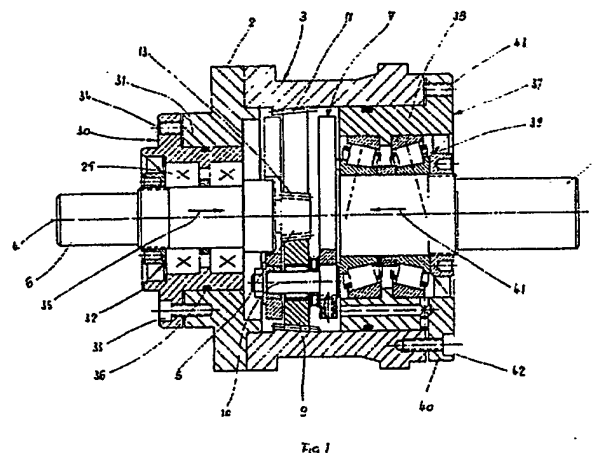


Fig. 1

DE 3734462 A1

Die Erfindung betrifft ein Zahnradgetriebe mit wenigstens zwei in Eingriff miteinander stehenden, geradzahnten Stirnrädern, die um zwei parallele Achsen drehbar sind. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Stirnrad-Planetengertriebe mit einem im Gehäuse angeordneten, drehbar gelagerten Sonnenrad, einem im Gehäuse koaxial zum Sonnenrad angeordneten, drehbar gelagerten Planetenträger, an dem mehrere, mit dem Sonnenrad in Eingriff stehende Planetenräder um zur Drehachse des Sonnenrades und des Planetenträgers parallele Achsen drehbar gelagert sind, und einem eine Innenverzahnung aufweisenden, das Sonnenrad und die Planetenräder umgebenden, koaxial zum Sonnenrad angeordneten Hohlrad, mit dem die Planetenräder auch in Eingriff stehen, wobei das Sonnenrad, die Planetenräder und das Hohlrad geradzahnt sind.

Bei Zahnradgetrieben für solche Einsatzzwecke, bei denen die An- und Abtriebsbauteile ihre Drehzahlen schnell und stark verändern und ihre Drehrichtung häufig umkehren müssen, wie z.B. in der Handhabungstechnik insbesondere bei Industrierobotern, soll das Abtriebsbauteil möglichst verzögerungsfrei die erforderliche neue Drehzahl oder Drehrichtung annehmen. Um diese Forderung erfüllen zu können, müssen die verzahnten Bauteile des Getriebes möglichst spielfrei ineinandergreifen. Da aber die Abmessungen von Zahnrädern und ihre gegenseitigen Abstände innerhalb eines Getriebes aus zahnrad- bzw. getriebefertigungstechnischen Gründen innerhalb von Toleranzbereichen schwanken können, konnte die geforderte Spielfreiheit bislang nur durch die Auswahl zueinander passender Teile mehr oder weniger gut erreicht werden. Es ist klar, daß die Auswahl zueinander passender Teile für die Herstellung spielfreier Zahnradgetriebe zeit- und kostenaufwendig ist. Aufgrund von Abnutzung während des Betriebs tritt bei einem anfänglich spielfrei arbeitenden Getriebe mit der Zeit wieder Spiel auf oder vergrößert sich das anfänglich zugelassene Spiel langsam wieder. Das unerwünschte Zahnspiel kann bei sich im Einsatz befindlichen Getrieben nur dadurch wieder verringert oder beseitigt werden, daß das Getriebe demontiert und die entsprechenden Teile durch neue wieder besser passende Teile ersetzt werden.

Die hauptsächlich in der Handhabungstechnik geforderte Spielfreiheit der zum Einsatz gelangenden Getriebe kann allerdings auch dadurch erreicht werden, daß Zahnräder mit einer Zykloiden-Verzahnung verwendet werden. Derartige Getriebe sind jedoch sehr teuer.

Stirnrad-Planetengertriebe sind in der Handhabungstechnik bislang kaum eingesetzt worden, weil sie normalerweise ein für die Handhabungstechnik nicht akzeptables Zahnspiel haben oder zu teuer sind, wenn sie durch Auswahl zueinander passender Teile spielfrei gemacht sind. Aufgrund ihrer Robustheit wären sie aber auch in der Handhabungstechnik erwünscht.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein gattungsgemäßes Zahnradgetriebe, insbesondere ein gattungsgemäßes Stirnrad-Planetengertriebe so auszubilden, daß es ohne großen Zeit- und Kostenaufwand bei der Herstellung möglichst spielfrei gemacht werden kann und die anfängliche Spielfreiheit auch während seines Einsatzes immer wieder ohne großen Zeit- und Kostenaufwand erreicht werden kann.

Für ein gattungsgemäßes Zahnradgetriebe wird die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe dadurch gelöst, daß jedes Stirnrad eine konische Außenfläche hat,

die Außenflächen der Stirnräder entgegengesetzt konisch geformt sind und wenigstens eines der beiden Stirnräder relativ zu dem anderen Stirnrad in Richtung auf das andere Stirnrad axial verschiebbar und in seiner jeweiligen axialen Stellung zumindest gegen eine axiale Bewegung weg von dem anderen Stirnrad fixierbar ist.

Für ein gattungsgemäßes Stirnrad-Planetengertriebe wird die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe dadurch gelöst, daß das Stirnrad und die Planetenräder jeweils eine konische Außenfläche haben, die Außenflächen der Planetenräder zu der Außenfläche des Stirnrades entgegengesetzt konisch geformt sind, daß die Innenfläche des Hohlrades in gleicher Richtung wie die Außenfläche der Planetenräder konisch geformt ist, daß jedes Planetenrad relativ zu den anderen Planetenrädern und zu dem Hohlrad in Richtung auf das Hohlrad axial verschiebbar und in seiner jeweiligen axialen Stellung gegen eine axiale Bewegung weg von dem Hohlrad fixierbar ist, und daß das Sonnenrad relativ zu den Planetenrädern in Richtung auf die Planetenräder axial verschiebbar ist und in seiner jeweiligen axialen Stellung gegen eine axiale Bewegung relativ zu dem Gehäuse fixierbar ist.

Der Vorteil des erfindungsgemäßen Getriebes liegt darin, daß die Zahnräder unter Einhaltung der üblichen Toleranzen gefertigt und montiert und ohne teure und langwierige Auswahlsschritte bei der Montage im wesentlichen spielfrei zueinander eingestellt werden können. Ferner kann die gewünschte Spielfreiheit auch während des Einsatzes des Getriebes, wenn Abnutzung auftritt, immer wieder von neuem durch wiederholtes axiales Verschieben und anschließendes Fixieren der Zahnräder erreicht werden. Das erfindungsgemäße Stirnrad-Planetengertriebe eignet sich besonders gut für den Einsatz in der Handhabungstechnik.

Um die nachträgliche Spielfreiheit bei dem erfindungsgemäßen Stirnrad-Planetengertriebe ohne Demontage bei geringem Zeit- und Kostenaufwand immer wieder erreichen zu können, ist es von Vorteil, wenn das Sonnenrad an einer Welle befestigt ist, die in einer Lagerbüchse drehbar gelagert ist, und wenn die Lagerbüchse im Gehäuse axial verschiebbar gelagert und in ihrer jeweiligen axialen Stellung gegen eine axiale Bewegung relativ zu dem Gehäuse fixierbar ist. Bei der nachträglichen Einstellung braucht dann lediglich die von außen zugängliche Lagerbüchse axial verschoben werden und dann wieder fixiert werden, um das Sonnenrad in spielfreien Eingriff mit wenigstens einem der Planetenräder bringen zu können.

Für die spätere Einstellung der Planetenräder ist es von Vorteil, wenn der Planetenträger an einer Welle befestigt ist, die in einer Lagerbüchse drehbar gelagert ist, und wenn die Lagerbüchse im Gehäuse axial verschiebbar gelagert und in ihrer jeweiligen Stellung gegen die axiale Bewegung relativ zu dem Gehäuse fixierbar ist. Bei der nachträglichen Einstellung der Planetenräder braucht also lediglich die Lagerbüchse, in welcher die Welle mit dem Planetenträger gelagert ist, axial verschoben und dann fixiert werden, um wenigstens eines der Planetenräder wieder in spielfreien Eingriff mit dem Hohlrad zu bringen. Eine Öffnung des Gehäuses ist bei der nachträglichen Einstellung also nicht mehr erforderlich. Die Einzelverstellung der Planetenräder wird vorzugsweise bei der Montage und die Gesamtverstellung der Planetenräder wird vorzugsweise bei der nachträglichen Einstellung während des Einsatzes des Getriebes vorgenommen. Das Sonnenrad wird vorzugsweise sowohl bei der Montage als auch bei der späteren Einstel-

lung verstellt.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben. Es zeigt

Fig. 1 einen Schnitt durch ein vereinfacht dargestelltes, erfindungsgemäßes Stirnrad-Planetengetriebe,

Fig. 2 eines der Planetenräder und seine Anordnung an dem Planetenträger des in Fig. 1 gezeigten Stirnrad-Planetengetriebes in vergrößerter Darstellung und

Fig. 3 einen das Sonnenrad und eines der Planetenräder beinhalteten Teil des in Fig. 1 dargestellten Stirnrad-Planetengetriebes im Schnitt.

Das in Fig. 1 dargestellte Stirnrad-Planetengetriebe hat in einem aus zwei Teilen 1, 2 bestehenden Gehäuse 3 ein um eine Achse 4 drehbar gelagertes Sonnenrad oder -ritzel 5, das an einem Ende einer um die Achse 4 drehbaren Antriebswelle 6 befestigt ist. Im Gehäuse 1 befindet sich ferner ein ebenfalls um die Achse 4 drehbarer Planetenträger 7, der an einem Ende einer um die Achse 4 drehbaren Abtriebswelle 8 befestigt ist. An dem Planetenträger 7 sind im radialen Abstand von der Achse 4 mehrere Planetenräder 9, von denen in Fig. 1 aus Gründen der Übersichtlichkeit nur eines dargestellt ist, um jeweils eine parallel zur Achse 4 verlaufende Drehachse 10 drehbar gelagert. Die Planetenräder 9 stehen über einen innenliegenden Bereich ihrer Außenfläche in Eingriff mit dem Sonnenrad 5. Das Gehäuseteil 1 hat auf seiner Innenfläche eine umlaufende Verzahnung 11, welche die Planetenräder 9 und das Sonnenrad 5 umgibt. Das Gehäuseteil 1 mit der Verzahnung 11 stellt somit das Hohlrad des Stirnrad-Planetengetriebes dar. Die Planetenräder 9 stehen jeweils über einen außenliegenden Bereich ihrer Außenfläche mit der Innenverzahnung 11 des Gehäuseteiles 1 bzw. Hohlrades in Eingriff.

Die Verzahnung des Sonnenrades 5 und der Planetenräder 9 und die Innenverzahnung 11 des Gehäuseteiles 1 bzw. Hohlrades sind gerade.

Bei Antrieb der Welle 6 wird das Sonnenrad 5 gedreht, wodurch die Planetenräder 9 um ihre jeweilige Achse 10 relativ zu dem Planetenträger 7 und gleichzeitig zusammen mit dem Planetenträger 7 um die Achse 4 gedreht werden. Die Drehung des Planetenträgers 7 wird auf die Abtriebswelle 8 übertragen. Das Gehäuseteil 1 ist ortsfest.

Bis hierher entspricht das erfindungsgemäße Stirnrad-Planetengetriebe im Aufbau und in der Funktionsweise einem herkömmlichen Stirnrad-Planetengetriebe.

Wie insbesondere aus Fig. 2 ersichtlich ist, hat jedes Planetenrad 9 eine konische Außenfläche, welche die Verzahnung 12 des jeweiligen Planetenrades 9 bildet. Auch die die Innenverzahnung 11 des Gehäuseteiles 1 bzw. Hohlrades bildende Innenfläche ist, wie insbesondere aus Fig. 2 ersichtlich ist, konisch geformt. Die die Innenverzahnung 11 des Gehäuseteiles 1 bzw. Hohlrades bildende Innenfläche ist in der gleichen Richtung wie die die Verzahnung 12 bildende Außenfläche des jeweiligen Planetenrades 9 geformt, wobei sich beide, die Außenfläche des jeweiligen Planetenrades und die die Innenverzahnung 11 bildende Innenfläche des Gehäuseteiles 1 bzw. Hohlrades, in Richtung auf die Antriebswelle 6 verjüngen.

Das Sonnenrad 5 hat ebenfalls eine konische Außenfläche, welche die Verzahnung 13 des Sonnenrades 5 bildet. Die Außenfläche des Sonnenrades 5 ist jedoch entgegengesetzt zu der Außenfläche des jeweiligen Planetenrades 9 konisch geformt.

Der Kegelwinkel, d.h. der Winkel zwischen einer Mantellinie und der Achse des jeweiligen Zahnrades, ist

bei allen Planetenrädern 9, dem Sonnenrad 5 und dem Hohlrad gleich. Er liegt im Bereich von 2 bis 5°.

Wie insbesondere aus Fig. 2 ersichtlich ist, ist jedes Planetenrad 9 mittels eines Radiallagers 14 zwischen zwei parallelen Radialarmen 16, 17 des Planetenträgers 7 auf einem Bolzen 15 drehbar gelagert, der in den beiden Radialarmen 16, 17 des Planetenträgers 7 axial verschiebbar gelagert ist. An einem Ende hat der Bolzen 15 einen im Durchmesser erweiterten Bund 18, der in einer Bohrung des Radialarmes 17 des Planetenträgers 7 axial verschiebbar ist. Zwischen dem Bund 18 und einem sich an den Bund 18 anschließenden im Durchmesser kleineren zylindrischen Abschnitt 19 des Bolzens 15 ist eine ringförmige Schulter 20 an dem Bund 18 ausgebildet. Zwischen der Schulter 20 und der ihr zugekehrten Endfläche 21 des jeweiligen Planetenrades 9 befindet sich ein Axiallager 22, das seinerseits mit der Schulter 20 des Bundes 18 als auch mit der Endfläche 21 des Planetenrades 9 in Anlage ist. Die gesamte axiale Länge des Planetenrades 9 und des Axiallagers 22 ist geringer als der Abstand zwischen den beiden Radialarmen 16, 17 des Planetenträgers 7, so daß zwischen dem Planetenrad 9 und dem Radialarm 16 des Planetenträgers 7 für eine axiale Verschiebung in Richtung des Pfeiles 23 ein Abstand verbleibt.

Der zylindrische Abschnitt 19 des Bolzens 15 ist mit dem vom Bund 18 entfernten Ende in einer Bohrung einer Büchse 24 axial verschiebbar angeordnet, die ihrerseits in einer Bohrung des Radialarmes 16 des Planetenträgers 7 angeordnet und fest mit dem Radialarm 16 des Planetenträgers 7 verbunden ist. An seinem anderen Ende hat der Bolzen 15 einen Gewindeabschnitt 25, der sich an den zylindrischen Abschnitt 19 anschließt und aus der Bohrung der Büchse 24 vorsteht. Auf den Gewindeabschnitt 25 des Bolzens 15 ist eine Mutter 26 geschraubt, die mit einer ihrer Stirnflächen in Anlage mit der ihr zugekehrten Stirnfläche einer Unterscheibe 44 ist, mit ihrer anderen Stirnfläche an einer Stirnfläche der Büchse 24 und an einem Außenflächenabschnitt des Radialarmes 16 des Planetenträgers 17 anliegt.

Der Bund 18 des Bolzens 15 hat an seiner zylindrischen Außenfläche eine axial verlaufende Nut 27, in welche das Ende einer Fixierschraube 28 eingreift, die in eine radial verlaufende Gewindebohrung im Radialarm 17 des Planetenträgers 7 eingeschraubt ist.

Die übrigen Planetenräder 9 sind genauso wie das beschriebene Planetenrad 9 an dem Planetenträger 7 drehbar gelagert, so daß eine Beschreibung der Lagerung der übrigen Planetenräder nicht erforderlich ist.

Durch Drehen der Schraube 26 in die entsprechende Richtung wird der Bolzen 15 in Richtung des Pfeiles 23 gezogen. Wenn sich der Bolzen 15 in Richtung des Pfeiles 23 bewegt, bewegt sich das Planetenrad 9 mit dem Bolzen 15, wobei seine Zähne tiefer in die Verzahnung 11 des Gehäuseteiles 1 bzw. Hohlrades hineinbewegt werden und ein eventuell vorhandenes Spiel zwischen den Zähnen des Planetenrades 9 und der Verzahnung 11 des Gehäuseteiles 1 bzw. Hohlrades eingeengt und schließlich aufgehoben wird. Bei Anlage der Zähne des Planetenrades 9 an denen des Gehäuseteiles 1 bzw. Hohlrades wird eine von der Größe des Kegelwinkels abhängige Axialkraft  $P_a$  entgegengesetzt zur Verstellrichtung auf das Planetenrad 9 ausgeübt. Durch die Anlage des Planetenrades 9 an dem Axiallager 22 und dessen Anlage am Bund 18 des Bolzens 15 wird verhindert, daß sich beim Auftreten der Axialkraft  $P_a$  das Planetenrad 9 nicht mit dem Bolzen 15 in Richtung des Pfeiles 23

selbsttätig verschiebt oder sich im Laufe des Betriebs relativ zu dem Bolzen 15 entgegen der Verstellrichtung selbsttätig verschieben kann. Das Planetenrad 9 ist also in seiner jeweiligen axialen Stellung gegen eine Bewegung wieder weg von der Innenverzahnung 11 des Gehäuseteiles 1 durch seine Anlage an dem Axiallager 22 und dessen Anlage an dem Bund 18 des Bolzens 15 fixiert. Durch Drehen der Schraube 26 in die andere Richtung ist natürlich der Bolzen 15 und mit ihm das Planetenrad 9 auch entgegengesetzt zu der Verstellrichtung 23 axial verschiebbar. Die Fixierschraube 28 verhindert beim axialen Verstellen des Bolzens 15 und damit des Planetenrades 9 ein Verdrehen des Bolzens 15.

Die mit dem Sonnenrad 5 verbundene Antriebswelle 6 ist durch eine Lageranordnung 29 in einer Lagerbüchse 30 drehbar gelagert. Die Lagerbüchse 30 hat einen zylindrischen Abschnitt 31, der in einer zylindrischen Bohrung des Gehäuseteiles 2 axial verschiebbar angeordnet ist. Außerhalb der Bohrung des Gehäuseteiles 2 hat die Lagerbüchse 30 einen radialen Flansch 32, dessen Außendurchmesser größer als der des zylindrischen Abschnittes 31 der Lagerbüchse 30 ist. Zwischen dem radialen Flansch 32 der Lagerbüchse 30 und einer Stirnfläche des Gehäuseteiles 2 befindet sich ein Abstand, der eine axiale Verschiebung der Lagerbüchse 30 relativ zum Gehäuseteil 2 ermöglicht. Eine Verstellerschraube 33 ist durch eine axiale Stufenbohrung in dem Radialflansch 32 der Lagerbüchse 30 geführt und in ein axiales Gewindesackloch im Gehäuseteil 2 eingeschraubt. Ferner sind einige Stellschrauben 34 in axiale Gewindebohrungen im Radialflansch 32 der Lagerbüchse 30 eingeschraubt. Die Stellschrauben 34 stützen sich mit einem aus dem Radialflansch 32 vorstehenden Ende an einer dem Radialflansch 32 gegenüberliegenden Stirnfläche des Gehäuseteiles 2 ab. Nach dem Lösen der Stellschrauben 34 kann durch Drehen der Verstellerschraube 33 in die entsprechende Richtung die Lagerbüchse 30 in Richtung des Pfeiles 35 axial verstellt werden. Beim Verstellen der Lagerbüchse 30 wird die Antriebswelle 6 und damit das Sonnenrad 5 in Richtung des Pfeiles 35 mitgenommen. Die Lagerbüchse 30 ist in Richtung des Pfeiles 35 so weit verschiebbar, bis ein zwischen dem Sonnenrad 5 und wenigstens einem Planetenrad 9 vorhandenes Zahnspiel aufgehoben ist. In der erreichten axialen Stellung der Lagerbüchse 30 wird sie durch Anziehen der Stellschrauben 34 relativ zu dem Gehäuseteil 2 fixiert. Nachdem die Lagerbüchse 30 in ihrer jeweiligen axialen Stellung fixiert ist, kann sich die Welle 6 und damit das Sonnenrad 5 weder in noch entgegen der Verstellrichtung axial verschieben.

Eine im Umfang des zylindrischen Abschnittes 31 der Lagerbüchse 30 angeordnete Dichtung 36 verhindert ein Austreten von Getriebeöl aus dem Gehäuse 3 durch die die Lagerbüchse 30 aufnehmende Bohrung des Gehäuseteiles 2.

Eine ähnlich ausgebildete Lagerbüchse 37 ist am anderen Ende des Gehäuses 3 mit einem zylindrischen Abschnitt 38 in einer Bohrung des Gehäuseteiles 1 axial verschiebbar angeordnet. Über eine Lageranordnung 39 ist die Abtriebswelle 8 in der Lagerbüchse 37 drehbar gelagert. Die Lagerbüchse 37 hat wie die Lagerbüchse 30 einen radialen Flansch 40 außerhalb der Bohrung des Gehäuseteiles 1, wobei der radiale Flansch 40 einen größeren Außendurchmesser als der zylindrische Abschnitt 38 der Lagerbüchse 37 hat. Der radiale Flansch 40 hat einen Abstand von einer ihm zugekehrten Stirnfläche des Gehäuseteiles 1, um eine axiale Verschiebung der Lagerbüchse 37 in Richtung des Pfeiles 41 relativ zu

dem Gehäuseteil 1 zu ermöglichen. Eine Verstellerschraube 42 ist durch eine axiale Stufenbohrung in dem Radialflansch 40 geführt und in ein axiales Gewindesackloch im Gehäuseteil 1 eingeschraubt. Mehrere Stellschrauben 43 sind in axiale Gewindebohrungen im Radialflansch 40 der Lagerbüchse 37 eingeschraubt und stützen sich mit ihren vom Radialflansch 40 vorstehenden Enden an der diesem zugekehrten Stirnfläche des Gehäuseteiles 1 ab.

Nach Lösen der Stellschrauben 43 kann durch Drehen der Verstellerschraube 42 in die entsprechende Richtung die Lagerbüchse 37 in Richtung des Pfeiles 41 axial relativ zu dem Gehäuseteil 1 verschoben werden. Über die Lageranordnung 39 nimmt die Lagerbüchse 37 die Abtriebswelle 8 und damit den Planetenträger 7 mit, der seinerseits sämtliche Planetenräder 9 mitnimmt. Durch eine Verstellung der Lagerbüchse 37 in der Verstellrichtung 41 werden also der Planetenträger 7 und damit alle Planetenräder 9 in Richtung des Pfeiles 41 gleichzeitig axial verschoben, wobei die Zähne der Planetenräder 9 tiefer in die Verzahnung 11 des Gehäuseteiles 1 und tiefer in die Zähne des Sonnenrades 5 eingreifen, um ein eventuell vorhandenes Spiel zwischen wenigstens einem Planetenrad 9 und der Verzahnung 11 aufzuheben. Durch Anziehen der Stellschrauben 43 kann die Lagerbüchse 37 in ihrer jeweiligen axialen Stellung fixiert werden. Wenn die Lagerbüchse 37 axial fixiert ist, sind auch die Welle 8 und der Planetenträger 7 axial fixiert. Bei Auftreten der Axialkraft  $P_a$  sind dann auch die Planetenräder 9 wieder axial fixiert.

Die Planetenräder können also durch Verstellen der Bolzen 15 einzeln und durch Verstellen der Lagerbüchse 37 insgesamt axial verstellt werden. Die Einzelverstellung der Planetenräder wird bei der Montage des Getriebes vorgenommen, während die Gesamtverstellung im späteren Einsatz des Getriebes erfolgt, um die anfänglich eingestellte Spielfreiheit nach einer Abnutzungsphase wieder zu erreichen.

Bei der Montage wird zuerst der Planetenträger 7 mit den Planetenrädern 9 und der Abtriebswelle 8 in dem Gehäuseteil 1 angeordnet, so daß die Planetenräder 9 mit der Innenverzahnung 11 des Gehäuseteiles 1 in Eingriff kommen. Die Lagerbüchse 37 befindet sich dabei in einer axialen Ausgangsstellung, von der aus die spätere Verstellung während des Einsatzes des Getriebes vorgenommen wird. Dann wird die Einzeleinstellung der Planetenräder gegenüber der Innenverzahnung 11, wie oben beschrieben, vorgenommen, wobei jedes Rad durch Drehen der Mutter 26 in die entsprechende Richtung so weit axial in Richtung des Pfeiles 23 verstellt wird, bis ein eventuell vorhandenes Spiel zwischen dem jeweiligen Planetenrad 9 und der Innenverzahnung 11 ausgeräumt ist. Sämtliche Planetenräder 9 stehen dann spielfrei mit der Innenverzahnung 11 in Eingriff. Dann wird das Gehäuseteil 1 durch das Gehäuseteil 2, die Lagerbüchse 30, die Lageranordnung 29 und die Antriebswelle 6 geschlossen, wobei das Sonnenrad 5 mit den Planetenrädern 9 in Eingriff gelangt. Es erfolgt nun die Einstellung des Sonnenrades 5 in der oben beschriebenen Weise, wobei zumindest zwischen dem Sonnenrad 5 und dem das geringste Spiel zu ihm aufweisenden Planetenrad 9 Spielfreiheit erzielt wird. In dieser Stellung wird dann das Sonnenrad 5 durch Anziehen der Stellschrauben 34 in der Lagerbüchse 30 axial fixiert.

Nachdem sich das Getriebe dann eine Weile im Einsatz befindet, kann sich zwischen den Planetenrädern 9 und dem Sonnenrad 5 einerseits und zwischen den Planetenrädern 9 und der Innenverzahnung 11 des Gehäu-

seteiles 1 andererseits aufgrund von Abnutzung Zahnspiel ergeben, wobei erwartet wird, daß das Zahnspiel zwischen dem Sonnenrad 5 und den Planetenrädern 9 aufgrund der größeren Belastung des Sonnenrades 5 größer als ein eventuelles Zahnspiel zwischen den Planetenrädern 9 und der Innenverzahnung 11 des Gehäusesteiles 1 ist. Ohne das Getriebe demontieren zu müssen, werden die Planetenräder 9 und das Sonnenrad 5 zur Verringerung oder Beseitigung des Zahnspiels erneut eingestellt. Die Planetenräder 9 werden dabei insgesamt durch Verstellen der Lagerbüchse 37 in Richtung des Pfeiles 41 axial verschoben, wobei zumindest dasjenige Planetenrad wieder spielfrei in Eingriff mit der Innenverzahnung 11 des Gehäusesteiles 1 gebracht wird, das das geringste Spiel zu der Innenverzahnung 11 aufweist. Da anzunehmen ist, daß sich zwischen den Planetenrädern 9 und der Innenverzahnung 11 an allen Planetenrädern 9 das gleiche Spiel einstellt, werden durch die Verstellung der Lagerbüchse 37 in Richtung des Pfeiles 41 alle Planetenräder wieder in spielfreien Eingriff mit der Innenverzahnung 11 des Gehäusesteiles 1 gebracht. Unter der Annahme, daß das Spiel zwischen dem Sonnenrad 5 und den Planetenrädern 9 nach einer gewissen Einsatzdauer des Getriebes größer als das Spiel zwischen den Planetenrädern 9 und der Innenverzahnung 11 des Gehäusesteiles 1 ist, wird nun das Sonnenrad 5 durch Verstellen der Lagerbüchse 30 in Richtung des Pfeiles 35 axial verschoben, so daß es zumindest mit demjenigen Planetenrad, das das geringste Spiel zu ihm aufweist, wieder spielfrei in Eingriff kommt. Die erreichte axiale Stellung des Sonnenrades 5 wird dann durch Anziehen der Stellschrauben 34 in der Lagerbüchse 30 fixiert. Die beschriebene Nachstellung kann mehrmals während des Einsatzes des Getriebes durchgeführt werden, bis der Abstand zwischen der Lagerbüchse 37 und dem Gehäusesteil 1 bzw. zwischen der Lagerbüchse 30 und dem Gehäusesteil 2 verbraucht ist. Danach muß das Getriebe demontiert werden, um eine weitere Einzelleinstellung der Planetenräder wie bei der Montage vornehmen zu können. Nach Zurückstellen der Lagerbüchsen 30 und 37 in ihre jeweilige Ausgangsstellung können dann wieder mehrere nachträgliche Einstellungen während des Einsatzes von außen ohne Demontage des Getriebes vorgenommen werden, um die anfänglich vorhandene Spielfreiheit immer wieder von neuem erreichen zu können.

#### Patentansprüche

1. Zahnradgetriebe mit wenigstens zwei in Eingriff miteinander stehenden, geradzahnten Stirnrädern, die um zwei parallele Achsen drehbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Stirnrad (5, 9) eine konische Außenfläche hat, die Außenflächen der Stirnräder (5, 9) entgegengesetzt konisch geformt sind und wenigstens eines der beiden Stirnräder (5, 9) relativ zu dem anderen Stirnrad in Richtung auf das andere Stirnrad axial verschiebbar und in seiner jeweiligen axialen Stellung zumindest gegen eine axiale Bewegung weg von dem anderen Stirnrad fixierbar ist.
2. Zahnradgetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jedes der beiden Stirnräder (5, 9) relativ zu dem jeweils anderen Stirnrad in Richtung auf das andere Stirnrad axial verschiebbar und in seiner jeweiligen Stellung zumindest gegen eine axiale Bewegung weg von dem anderen Stirnrad fixierbar ist.

3. Zahnradgetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das axial verschiebbare Stirnrad (5) an einer jeweiligen Welle (6) befestigt ist, die in einer Lagerbüchse (30) drehbar gelagert ist, und daß die Lagerbüchse (30) in einem Gehäusesteil (2) axial verschiebbar gelagert ist und in ihrer jeweiligen axialen Stellung gegen eine axiale Bewegung relativ zu dem Gehäusesteil (2) fixierbar ist.
4. Zahnradgetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel zwischen einer Kegelmantellinie und der Achse von jedem Stirnrad (5, 9) im Bereich zwischen 2 und 5° liegt.
5. Stirnrad-Planetengetriebe mit einem in einem Gehäuse angeordneten, drehbar gelagerten Sonnenrad, einem im Gehäuse koaxial zum Sonnenrad angeordneten, drehbar gelagerten Planetenträger, an dem mehrere, mit dem Sonnenrad in Eingriff stehende Planetenräder um zur Drehachse des Sonnenrades und des Planetenträgers parallele Achsen drehbar gelagert sind und einem eine Innenverzahnung aufweisenden, das Sonnenrad und die Planetenräder umgebenden, koaxial zum Sonnenrad angeordneten Hohlrad, mit dem die Planetenräder auch in Eingriff stehen, wobei das Sonnenrad, die Planetenräder und das Hohlrad geradzahnt sind, dadurch gekennzeichnet, daß das Stirnrad (5) und die Planetenräder (9) jeweils eine konische Außenfläche haben, die Außenflächen der Planetenräder (9) zu der Außenfläche des Stirnrades (5) entgegengesetzt konisch geformt sind, daß die Innenfläche des Hohlrades (1) in gleicher Richtung wie die Außenfläche der Planetenräder (9) konisch geformt ist, daß jedes Planetenrad (9) relativ zu den anderen Planetenrädern (9) und zu dem Hohlrad (1) in Richtung auf das Hohlrad (1) axial verschiebbar und in seiner jeweiligen axialen Stellung gegen eine axiale Bewegung weg von dem Hohlrad (1) fixierbar ist, und daß das Sonnenrad (5) relativ zu den Planetenrädern (9) in Richtung auf die Planetenräder (9) axial verschiebbar ist und in seiner jeweiligen axialen Stellung gegen eine axiale Bewegung relativ zu dem Gehäuse (3) fixierbar ist.
6. Stirnrad-Planetengetriebe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Planetenträger (7) zusammen mit den Planetenrädern (9) relativ zu dem Hohlrad (1) in Richtung auf das Hohlrad (1) axial verschiebbar und in seiner jeweiligen axialen Stellung gegen eine Bewegung relativ zu dem Gehäuse (3) fixierbar ist.
7. Stirnrad-Planetengetriebe nach Anspruch 5 oder Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Planetenrad (9) drehbar auf jeweils einem am Planetenträger axial verschiebbar angeordneten Bolzen (15) gelagert ist, der in seiner jeweiligen axialen Stellung gegen eine axiale Bewegung, bei der sich das jeweilige Planetenrad (9) von dem Hohlrad (1) entfernt, fixierbar ist.
8. Stirnrad-Planetengetriebe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Bolzen (15) verdrehbar am Planetenträger (7) angeordnet ist.
9. Stirnrad-Planetengetriebe nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Sonnenrad (5) an einer Welle (6) befestigt ist, die in einer Lagerbüchse (30) drehbar gelagert ist, und daß die Lagerbüchse (30) im Gehäuse (3) axial verschiebbar gelagert und in ihrer jeweiligen axialen Stellung gegen eine axiale Bewegung relativ zu

dem Gehäuse (3) fixierbar ist.

10. Stirnrad-Planetengetriebe nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Planetenträger (7) an einer Welle (8) befestigt ist, die in einer Lagerbüchse (37) drehbar gelagert ist, und daß die Lagerbüchse (37) im Gehäuse (3) axial verschiebbar gelagert und in ihrer jeweiligen axialen Stellung gegen eine axiale Bewegung relativ zu dem Gehäuse (3) fixierbar ist. 5

11. Stirnrad-Planetengetriebe nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß jede Lagerbüchse (30, 37) durch eine von außen zugängliche Verstelleinrichtung (33, 42) relativ zu dem Gehäuse (3) axial verstellbar ist. 10

12. Stirnrad-Planetengetriebe nach einem der Ansprüche 5 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel zwischen einer Kegelmantellinie und der Achse des Sonnenrades (5) oder Hohlrades (1) oder jedes Planetenrades (9) im Bereich zwischen 2 und 5° liegt. 15 20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -



3734462

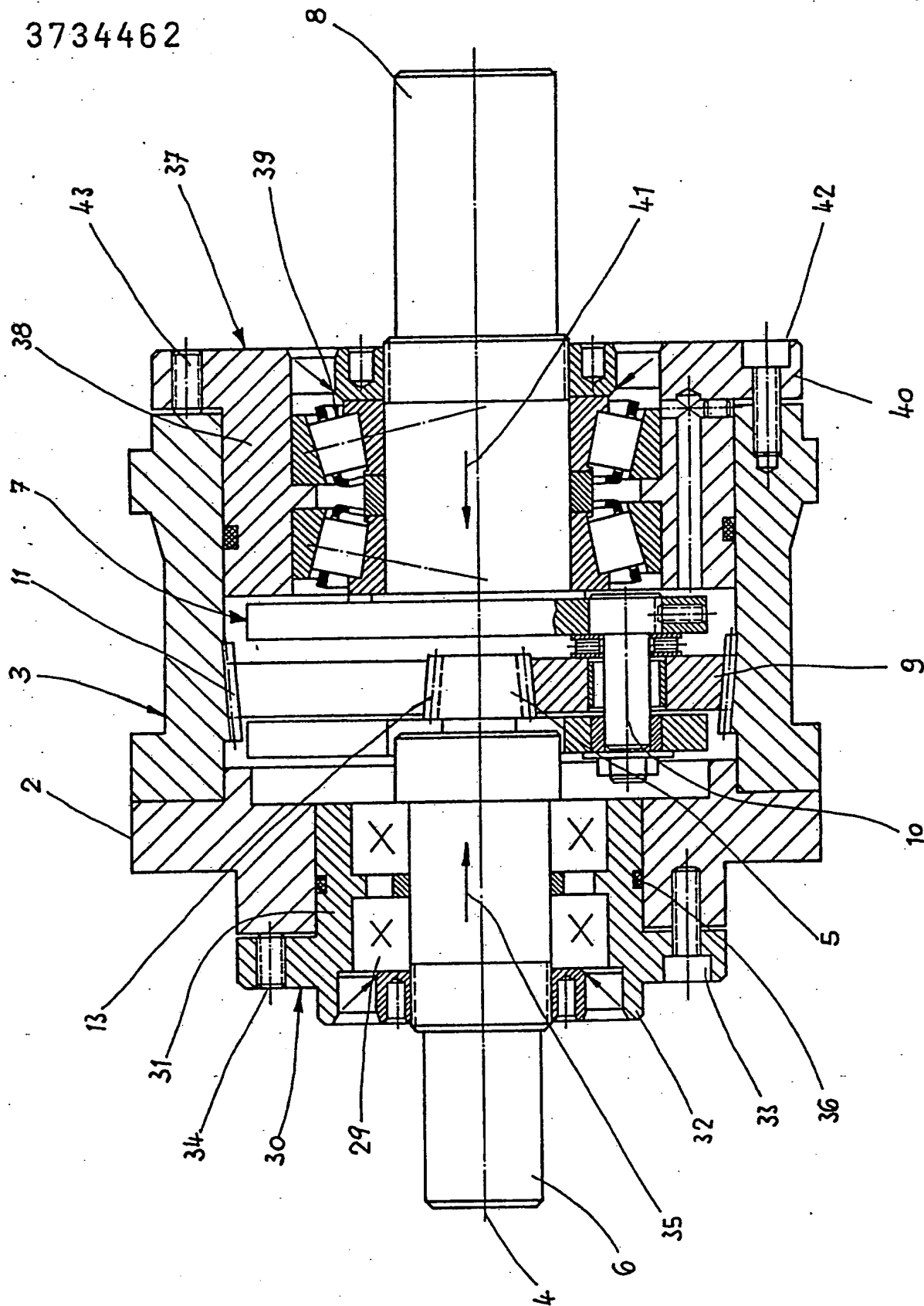


Fig 1

ORIGINAL INSPECTED

908 816/432

3734462

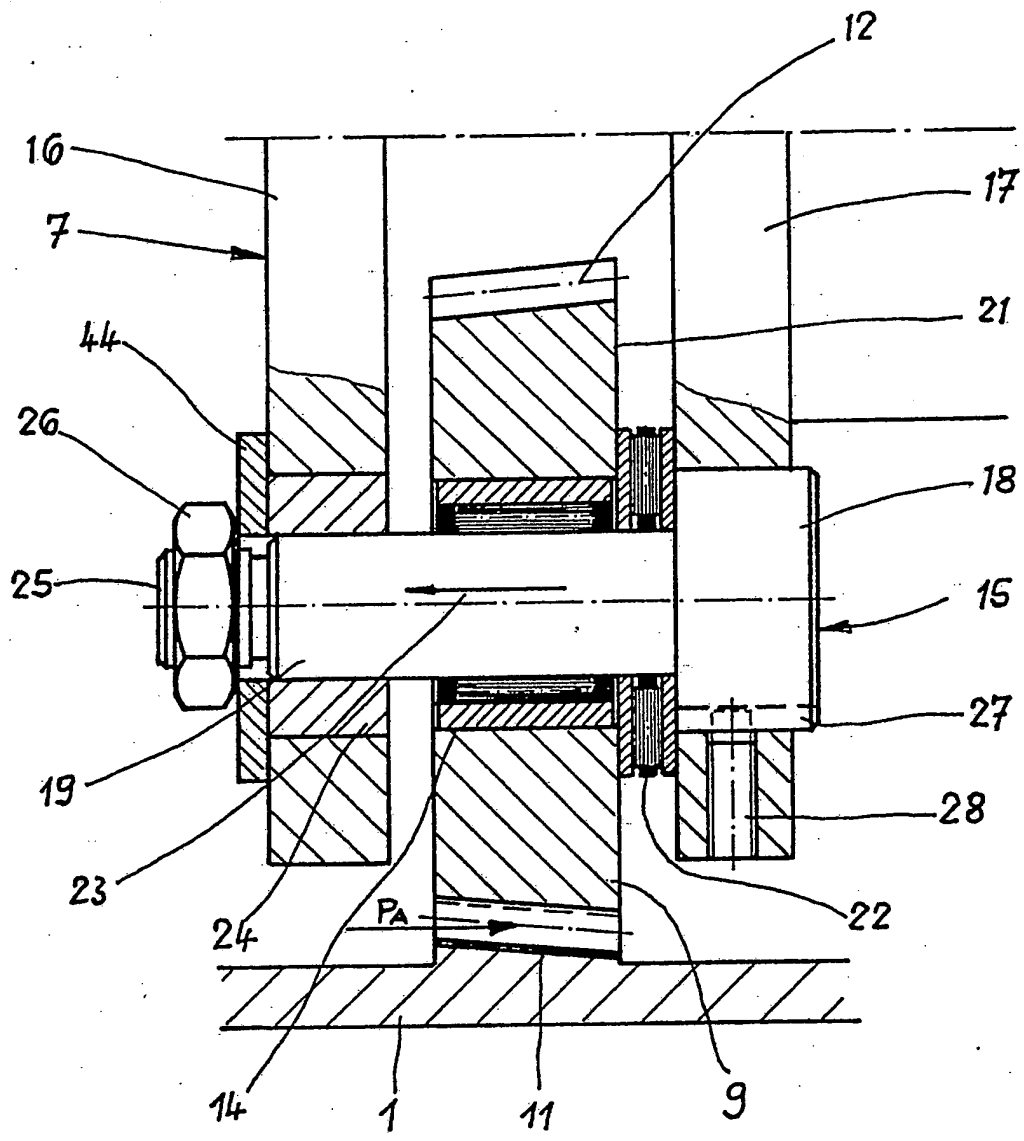


Fig. 2

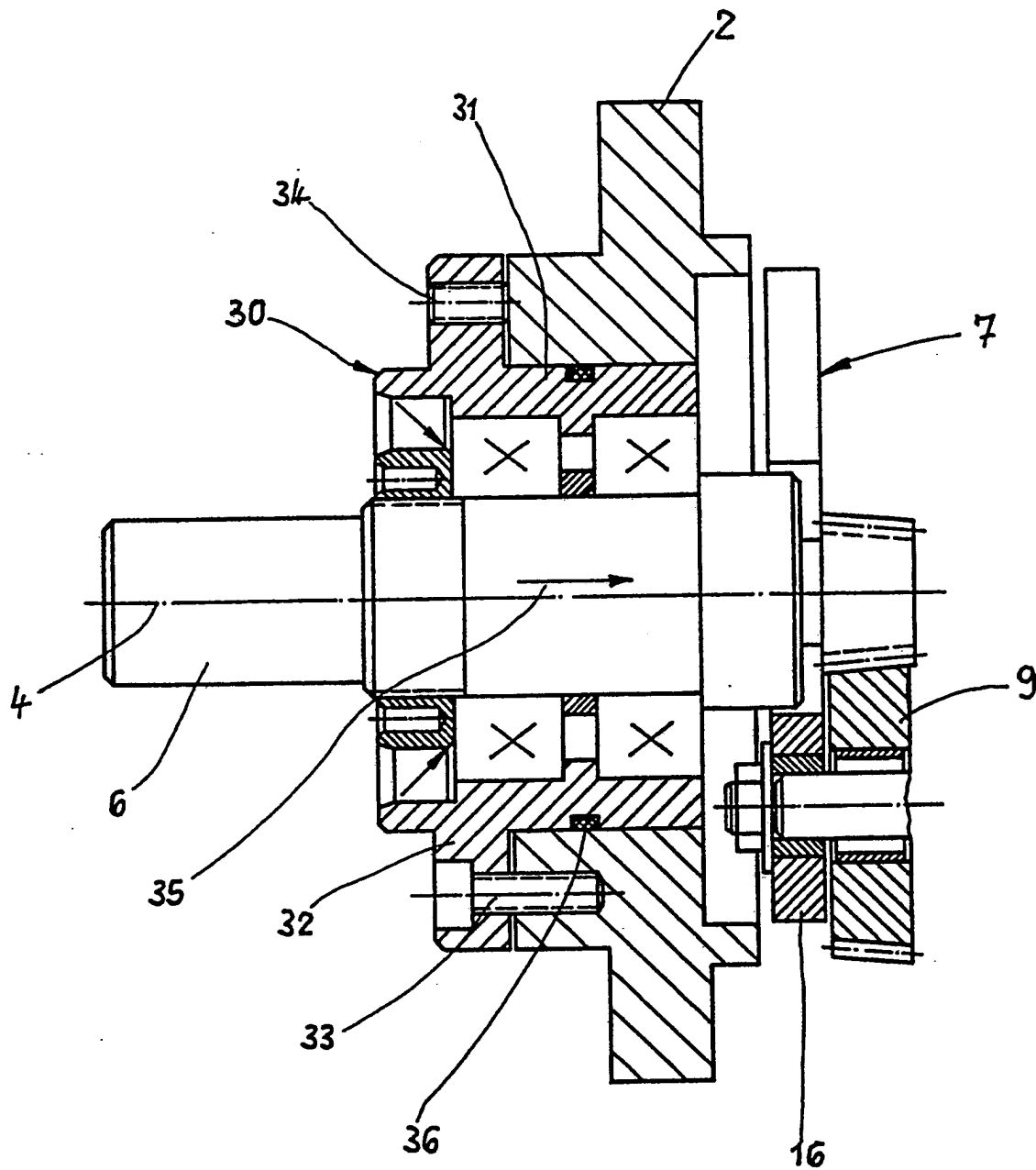


Fig. 3

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**